26.51.53.159

Программное обеспечение «РАДУГА»

Руководство оператора

RU.АТПН.00001-01 12 01

Содержание

Стр.
1 Назначение программы 3
2 Условия выполнения программы 3
3 Выполнение программы 3
3.1 Последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку и запуск программы 3
3.2 Получение данных с прибора 4
3.3 Работа с меню 5
3.4 Вкладка «График» 5
3.5 Вкладка «Калибровка» 12
3.6 Вкладка «Хемометрия» 14
3.7 Вкладка «Цветовые измерения» 17
3.8 Вкладка «Тонкие пленки» 19
3.9 Вкладка «Настройки» 22
3.10 Вспомогательные функции 23

1 Назначение программы

1.1 Программа предназначена для получения результатов измерения со спектрометра «РАДУГА 200 Т» и их интерпретации.

2 Условия выполнения программы

2.1 Программа может работать на компьютерах с операционной системой Windows 7, Windows 10. Поддерживаемый интерфейс передачи данных - USB.

3 Выполнение программы

3.1 Последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку и запуск программы

3.1.1 До начала загрузки программы необходимо убедиться, что порты USB прибора (спектрометра) и компьютера соединены кабелем.

3.1.2 Для установки и запуска программы необходимо выполнить следующие операции:

- скачайте архив «РадугаUSB» с сайта предприятия ООО «НПФ «Полисервис» (раздел «Спектрометры») на рабочий стол компьютера;
- извлеките содержимое архива в любую папку по вашему желанию;.
- перейдите в извлеченную из архива папку «РадугаUSB». Не удаляйте и не перемещайте из нее файлы;
- запустите файл «start.bat», дважды кликнув по нему.

Будут открыты командная строка и приложение "Радуга".

На экране компьютера будет отображаться главное окно приложения, показанное на рисунке 1.

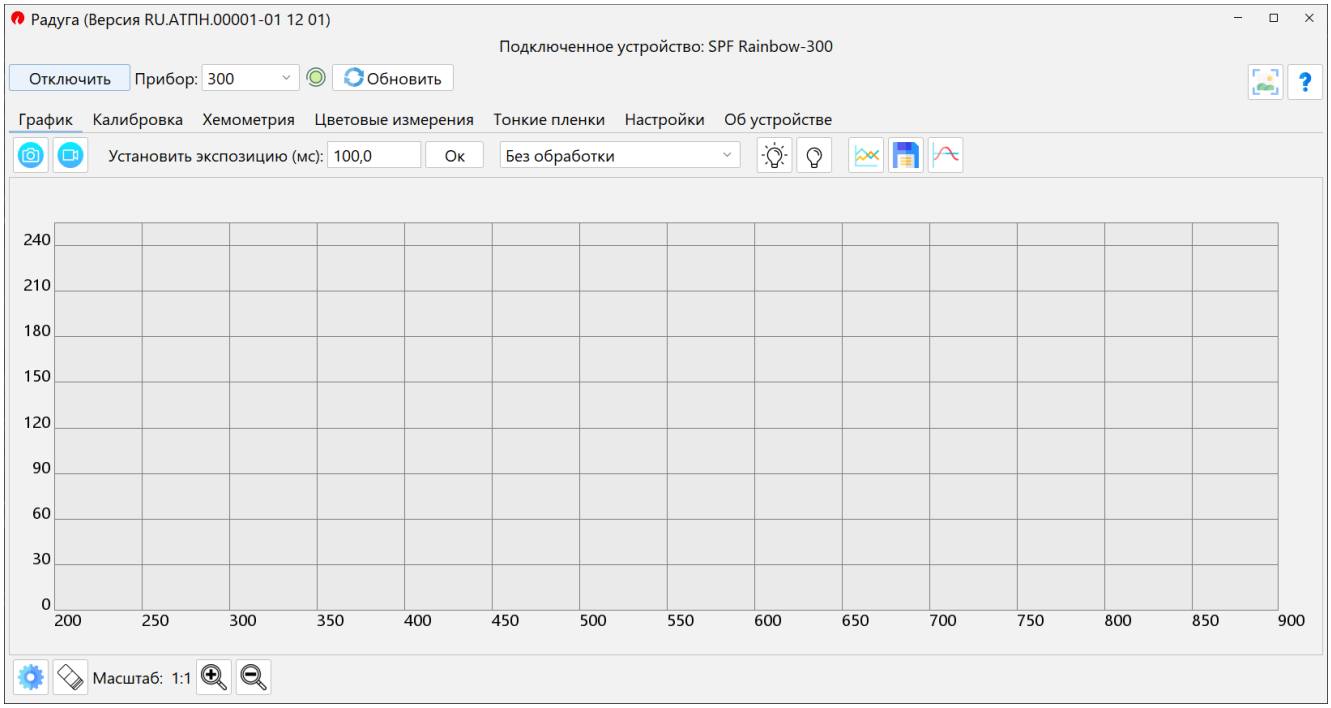


Рисунок 1 - Главное окно приложения (Вкладка «График»)

3.2 Получение данных с прибора

3.2.1 Получение данных с прибора возможно после того как будет выбрано устройство для подключения (спектрометр) и установлена связь с ним.

3.2.2 Диалоговая строка, позволяющая выбрать прибор, расположенная в верхней панели диалогового окна, приведена на рисунке 2.

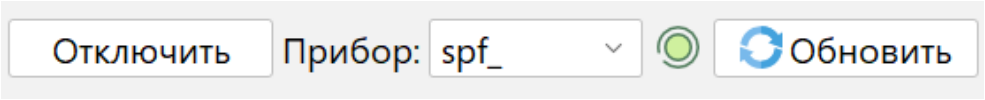


Рисунок 2 - Диалоговая строка выбора прибора

Элементы диалоговой строки, слева направо:

- кнопка «Подключить/Отключить»;
- выпадающий список устройств;
- индикатор подключения;
- кнопка «Обновить».

3.2.3 Для подключения прибора в выпадающем списке выберите необходимое устройство, а затем нажмите кнопку «Подключить». Если в выпадающем списке нет нужного прибора, подключите его и нажмите кнопку «Обновить».

В случае успешного подключения индикатор, расположенный в диалоговой строке, станет зеленым.

3.3 Работа с меню

3.3.1 Выбор вкладки

3.3.1.1 Во второй командной строке расположены вкладки, позволяющие выбирать и обрабатывать определенные данные прибора (см. рисунок 1).

Вкладки расположены слева направо в следующем порядке:

- «График»;
- «Калибровка»;
- «Хемометрия»;
- «Цветовые измерения»;
- «Настройки».

Для выбора определенной вкладки необходимо подвести курсор под нужную вкладку и кликнуть левой клавишей мышки.

3.4 Вкладка «График»

3.4.1 Верхнее меню вкладки «График» показано на рисунке 3.

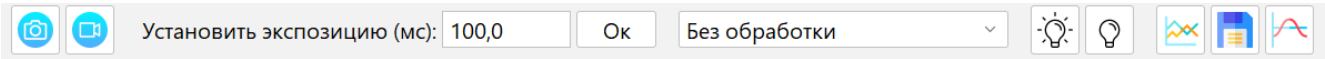


Рисунок 3 - Верхнее меню вкладки «График»

3.4.2 Элементы меню вкладки «График», расположенные слева направо:

- кнопка «Получить одно измерение»;
- кнопка «Измерения в реальном времени»;
- поле для ввода экспозиции;

- кнопка «Установить экспозицию»;
- выпадающее окно выбора режима обработки;
- кнопка «Сохранить референтный спектр»;
- «Сохранить темновой спектр»;
- кнопка вызова меню «Графики»;
- кнопка «Сохранить график»;
- кнопка «Найти пики».

3.4.3 Получение данных

Для того чтобы получить один массив данных с прибора, нажмите кнопку «Одно измерение». Для получения результатов в реальном времени, воспользуйтесь кнопкой «В реальном времени». При этом некоторые функции (например, выбор другого устройства для подключения) станут недоступны.

Первое получение результатов измерения после подключения устройства может занять больше времени, чем обычно.

3.4.4 Экспозиция

Значение экспозиции, установленное на приборе, отображается в поле установки экспозиции. В случае, когда это возможно, оно считывается с прибора при подключении. В иной ситуации устанавливается значение по умолчанию. Чтобы установить значение по собственному усмотрению, введите число в текстовое поле и нажмите на кнопку «Установить экспозицию».

3.4.5 Выбор режима обработки

В выпадающем меню можно выбрать режимы вычитания темнового или референтного спектров. Для корректной работы необходимо предварительно сохранить темновой и референтный спектры.

3.4.6 Темновой и референтный спектры

Если вы хотите, например, воспользоваться функционалом вкладки «Хемометрия», вам необходимо сохранить референтный и темновой спектры. Сделать это можно, воспользовавшись кнопками с иконками лампочки.

В меню «Графики» можно просмотреть сохраненные спектры. Там же можно загрузить темновой и референтный спектры из существующих файлов.

3.4.7 Меню «Графики» и кнопка «Сохранить график»

Полученный график можно сохранить, чтобы вернуться к нему позже. Для этого нажмите на кнопку «Сохранить график». Результаты измерения будут сохранены в формате *.xls или *.xlsx с указанием дополнительной информации о графике.

Просмотреть ранее сохраненные данные можно, вызвав всплывающее окно «Графики». В нем можно загрузить файлы и настроить отображение графиков.

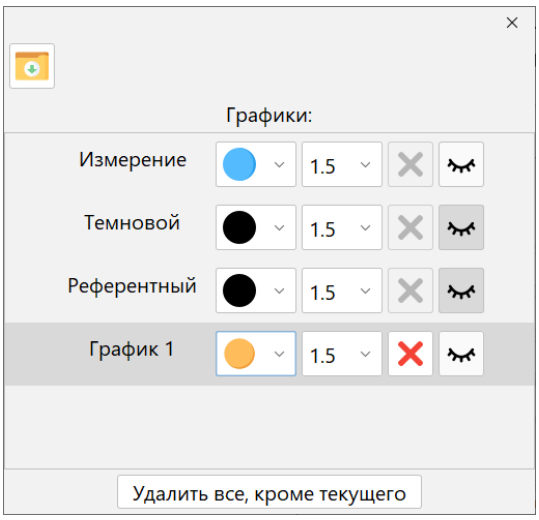


Рисунок 4 - Меню «Графики».

3.4.8 Справа от названия графика располагаются следующие кнопки: выбор цвета, выбор толщины линии, «Удалить» и «Скрыть».

Здесь же можно установить параметры отображения графиков. Во-первых, в выпадающих меню можно выбрать цвет и толщину графика. Во-вторых, график можно временно скрыть. Например, на рисунке 4 темновой и референтный графики отмечены как невидимые.

Одновременно вы можете видеть на экране несколько графиков. Однако некоторые функции применимы только к одному из них, активному. Например, поиск пиков будет осуществляться только на активном графике. Чтобы определить какой график будет считаться активным, кликните на строку с ним. Строка будет выделена темно-серым цветом. На рисунке 4 активным выбран «График 1».

Помимо графика последнего измерения и загруженных графиков, в данном меню отображены референтный и темновой спектры. Вы не можете их удалить, но можете сделать видимыми или невидимыми.

Правый клик по названию любого графика вызовет контекстное меню. Вам будет предложено отметить этот спектр как темновой или как референтный.

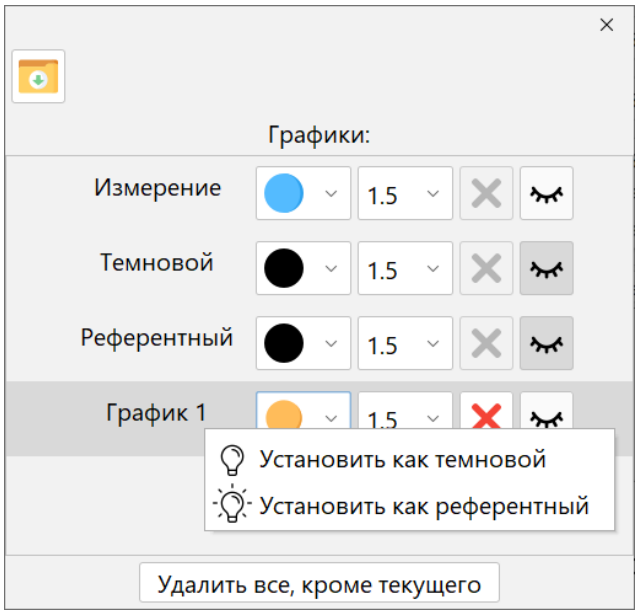


Рисунок 5 - Контекстное меню

К некоторым настройкам графиков можно получить доступ из контекстного меню. Оно открывается при нажатии правой клавиши мыши в области отображения графиков.

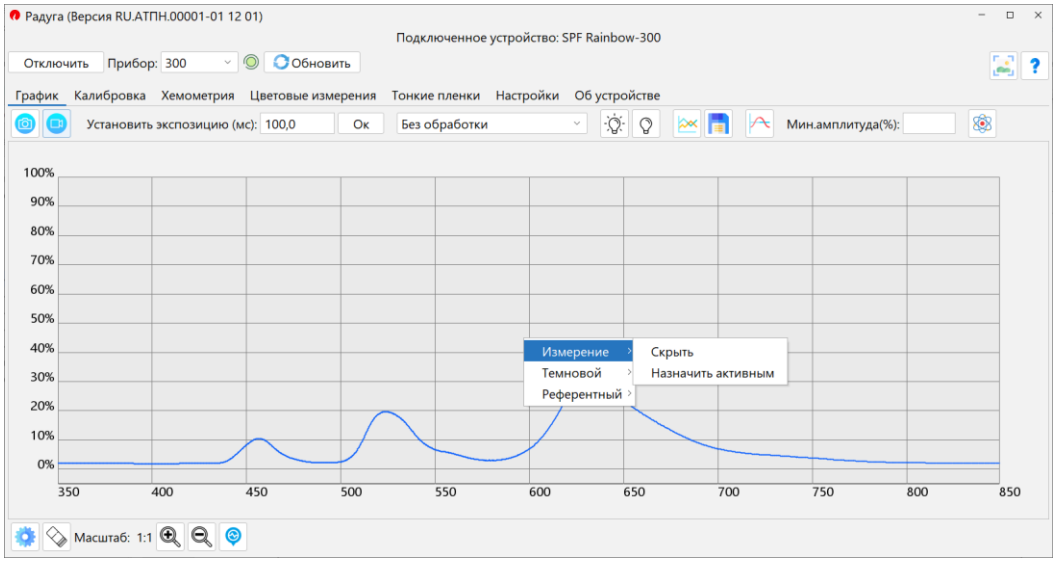


Рисунок 6 - Контекстное меню

3.4.9 Кнопка «Поиск пиков»

Нажатие на кнопку «Поиск пиков» позволит автоматически найти пики на графике. В области пиков будут установлены линии-указатели, лишние из которых можно удалить кнопкой «Удалить указатель» (подробнее см. ниже).

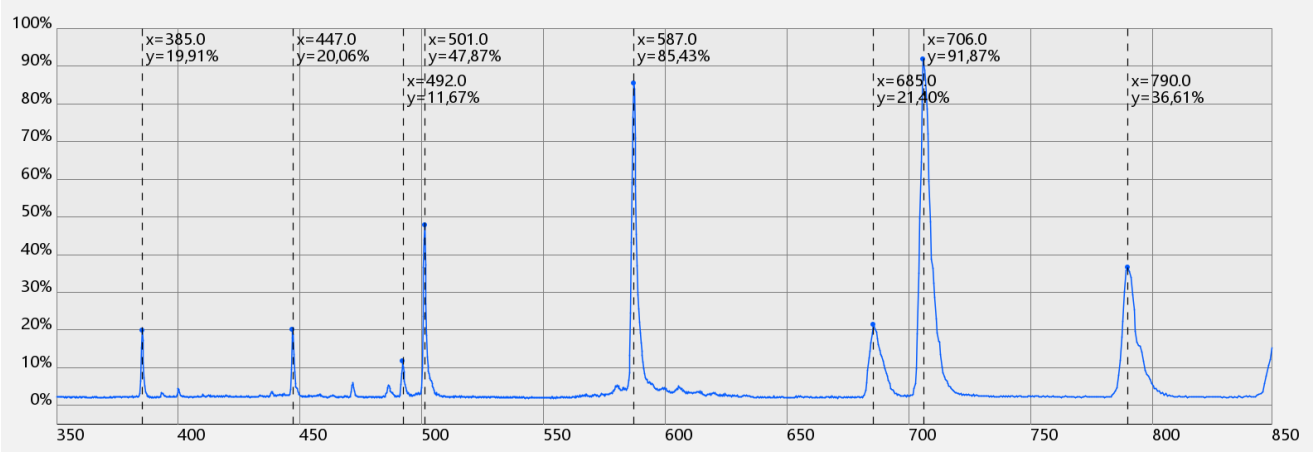


Рисунок 7 - Результат выполнения операции «Поиск пиков»

3.4.10 Периодическая таблица

Вы можете вывести на экран спектральные линии некоторых химических элементов. Чтобы выбрать необходимые элементы, нажмите на кнопку «Периодическая таблица». Во всплывающем окне вы увидите периодическую таблицу химических элементов. Нажатием левой клавиши мыши выберите интересующие элементы (максимальное количество - три).

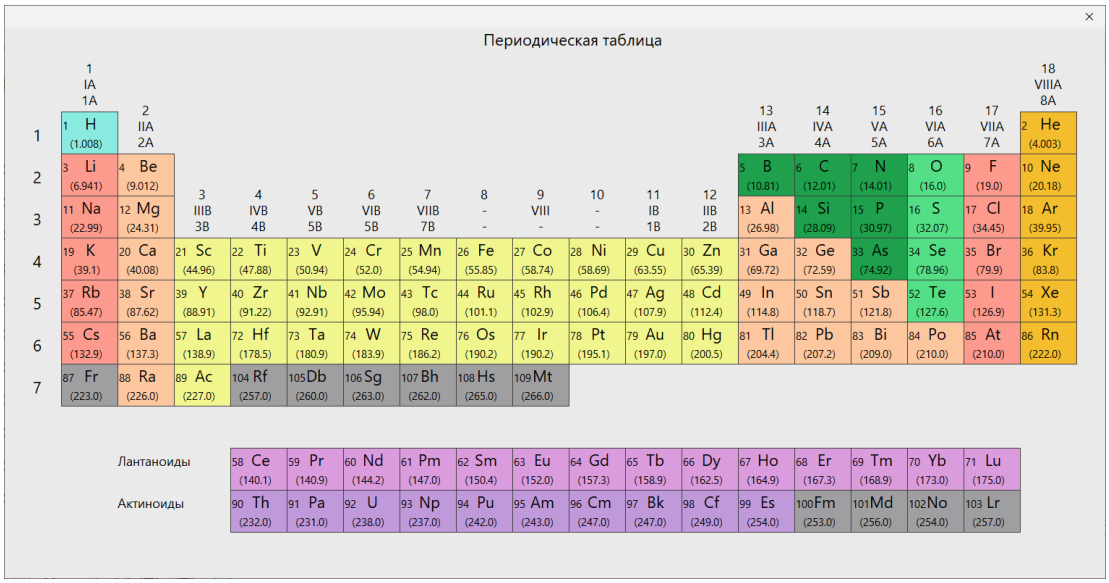


Рисунок 8 - Всплывающее окно «Периодическая таблица»

После закрытия окна «Периодическая таблица» вы увидите на графике спектральные линии. Соответствие между цветом линии и элементом приведено в верхней правой части экрана. При наведении курсора на линию появится информация о положении линии по nM и об интенсивности излучения.

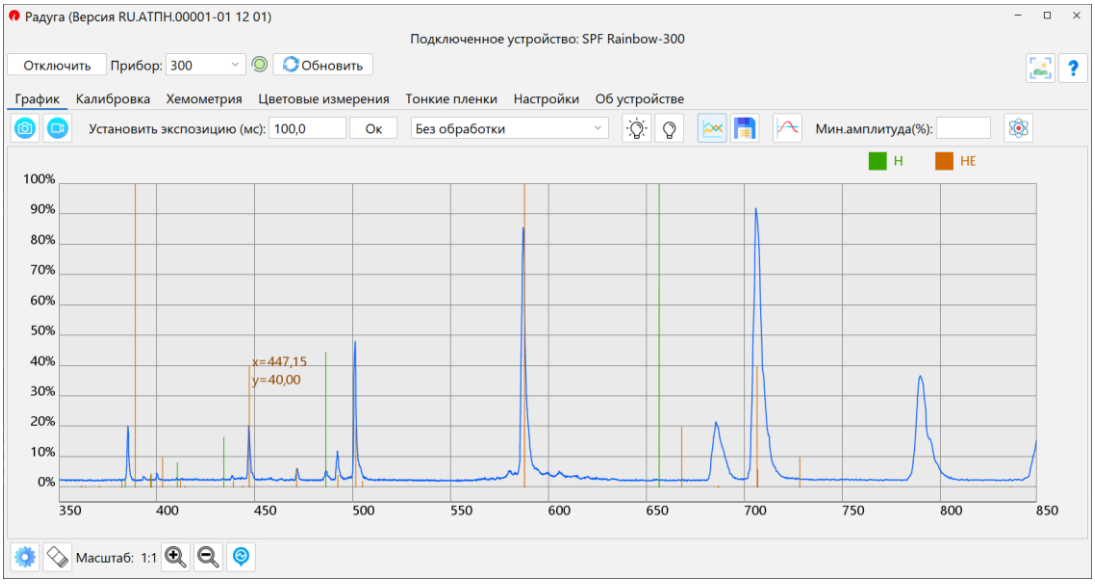


Рисунок 9 - График с обозначенными спектральными линиями для элементов H и He

3.4.11 Нижнее меню

Нижнее меню показано на рисунке 10.

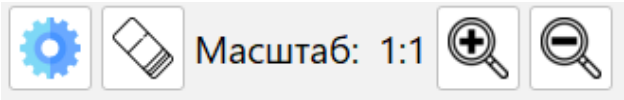


Рисунок 10 - Нижнее меню

Элементы нижнего меню слева направо: кнопка вызова окна настроек, кнопка «Удалить указатель», информация о выбранном масштабе, кнопки регулировки масштаба.

3.4.11.1 Меню «Настройки»

Меню настроек показано на рисунке 11.

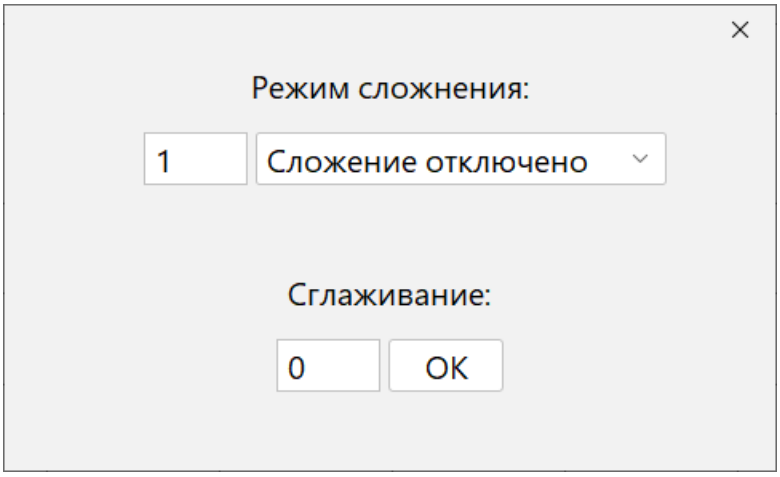


Рисунок 11 - Меню настроек

В меню настроек вы можете:

а) установить режим сложения спектров. Для этого необходимо выбрать один из двух режимов («Сумма» или «Усреднение») в выпадающем списке и указать в текстовом поле количество спектров для обработки;

б) установить режим сглаживания. В текстовом поле укажите количество пикселей, значение которых будет усреднено;

После завершения работы приложения выбранные параметры будут автоматически сохранены.

3.4.11.2 Кнопка «Удалить указатель»

Кликнув в области отображения графика, вы можете установить линию-указатель. Чтобы её удалить, нажмите кнопку «Удалить указатель», кликните левой клавишей мыши по линии, и она будет удалена. Нажатие правой клавиши мыши удалит все линии.

3.4.11.3 Кнопка «Приближение»

Регулировать масштаб можно, используя кнопки с иконками лупы. Чтобы приблизить изображение, нажмите на кнопку со знаком «+», чтобы уменьшить масштаб – на кнопку со знаком «−», а затем кликните на нужное место на графике. Максимальный масштаб: 4:1.

3.5 Вкладка «Калибровка»

3.5.1 Вкладка «Калибровка» показана на рисунке 12.

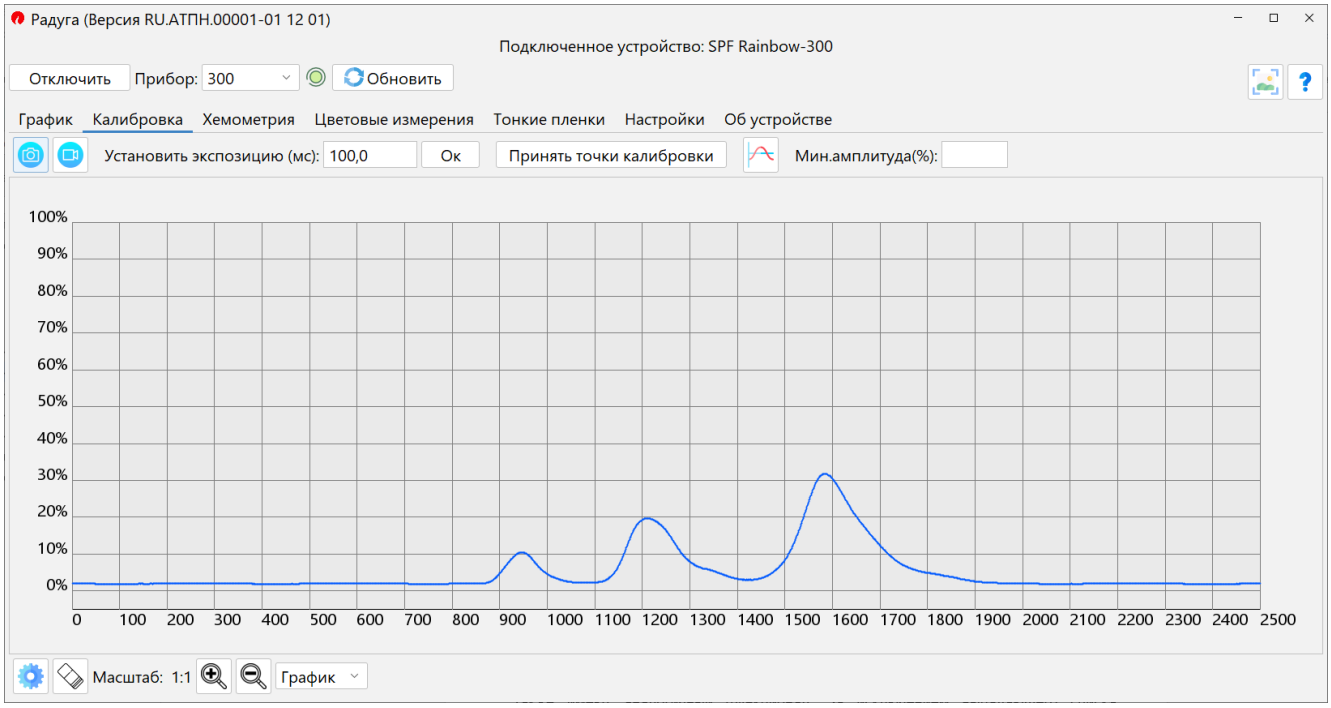


Рисунок 12 - Вкладка «Калибровка»

3.5.2 На вкладке «Калибровка» можно установить калибровочные точки для перевода результата измерения из пикселей в нанометры.

Функционал кнопок «Одно измерение», «В реальном времени» и «Поиск пиков» совпадает с функционалом тех же кнопок на вкладе «График». Кнопки нижней панели также имеют аналогичный функционал. За исключением выпадающего списка «График/Сплайн» (подробнее - в разделе «Отображение сплайна»).

3.5.3 Просмотр и изменение точек

После нажатия кнопки «Принять точки калибровки» вам будет предложено еще раз проверить введенные значения. Они должны соответствовать следующим критериям:

а) входить в допустимый диапазон. Узнать его можно, если навести курсор на значок «Справка» в левом верхнем углу всплывающего окна;

б) каждая следующая точка как для пикселей, так и для нанометров, должна быть больше предыдущей.

Добавить или удалить строки можно, нажав на кнопки со знаками «–» и «+». Кликнув на любую строку, вы выделите её. Теперь нажатие на кнопку с иконкой «–» удалит её, а нажатие на кнопку «+» добавит новую строку после выделенной.

Кнопка «Считать значения линий-указателей» установит значения, выбранные с помощью указателей. Например, после выполнения операции «Поиск пиков».

Установка калибровочных точек показана на рисунке 13.

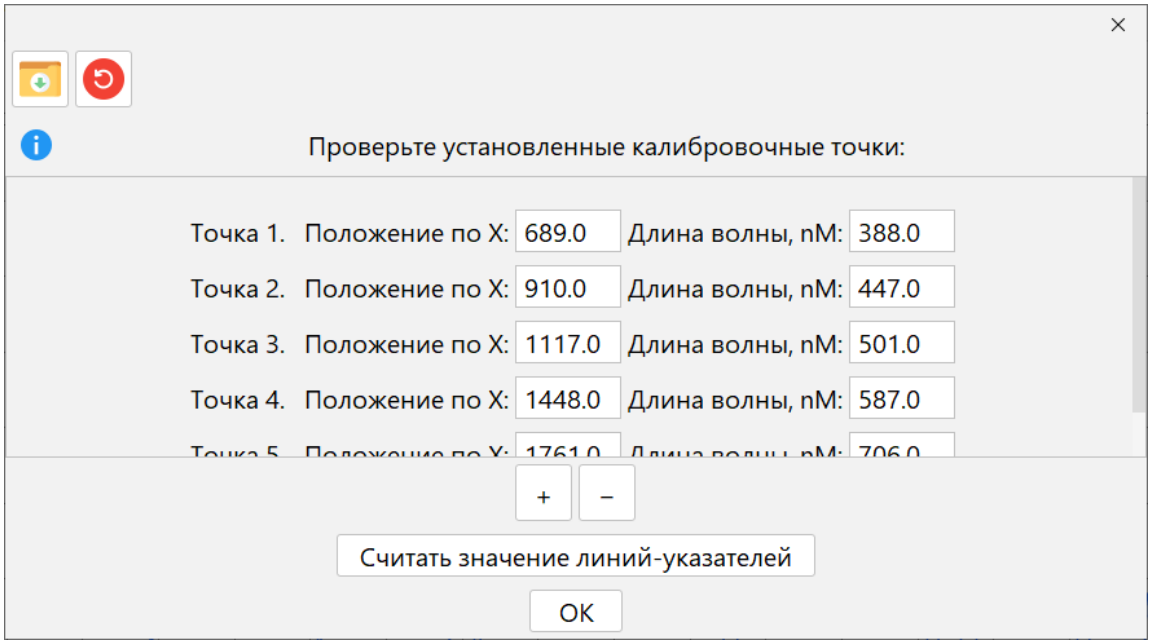


Рисунок 13 - Установка калибровочных точек

После того как в каждом поле будет прописано желаемое значение, нажмите кнопку «OK». Если в введенных данных будет обнаружена ошибка, строка с ней будет помечена красным крестом. В случае если значения введены верно, вы увидите сообщение, уведомляющее об успешной установке калибровочных точек.

Если вы желаете восстановить последнюю сохраненную калибровку, нажмите кнопку «Загрузить с устройства», расположенную в верхней левой части окна.

3.5.2 Восстановление заводской калибровки

Чтобы восстановить калибровку, предусмотренную производителем, нажмите кнопку «Установить калибровку по умолчанию».

3.5.4 Отображение сплайна

Нижняя панель вкладки «Калибровка» показана на рисунке 14.

Рисунок 14 - Нижняя панель вкладки «Калибровка».

Крайняя кнопка справа (см. рисунок 14) - выпадающий список «График/Сплайн», позволяющий выбрать что будет отображаться на экране: результат измерения или построенный сплайн.

После выбора режима «Сплайн» вы увидите сплайн с отмеченными красным калибровочными точками. При наведении на них курсора во всплывающем окне будут отображены их координаты. Вкладка «Калибровка» в режиме отображения сплайна приведена на рисунке 15.

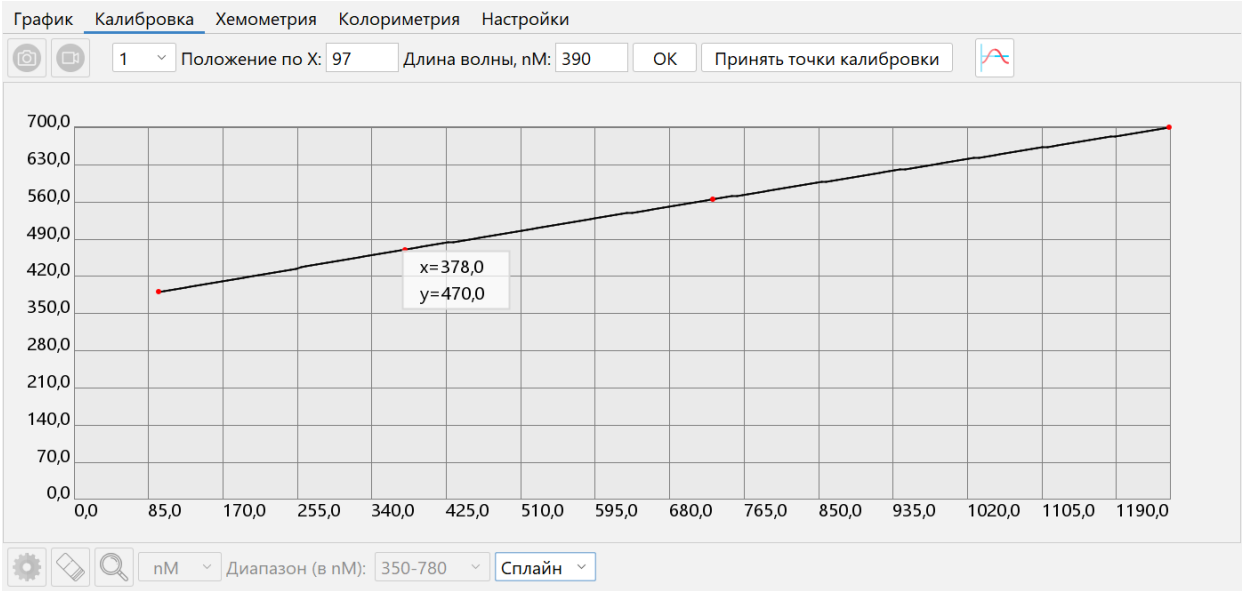


Рисунок 15 - Вкладка «Калибровка» в режиме отображения сплайна.

Всплывающее окно с координатами появилось после наведения курсора на точку калибровки

3.6 Вкладка «Хемометрия»

3.6.1 Вкладка «Хемометрия» показана на рисунке 16.

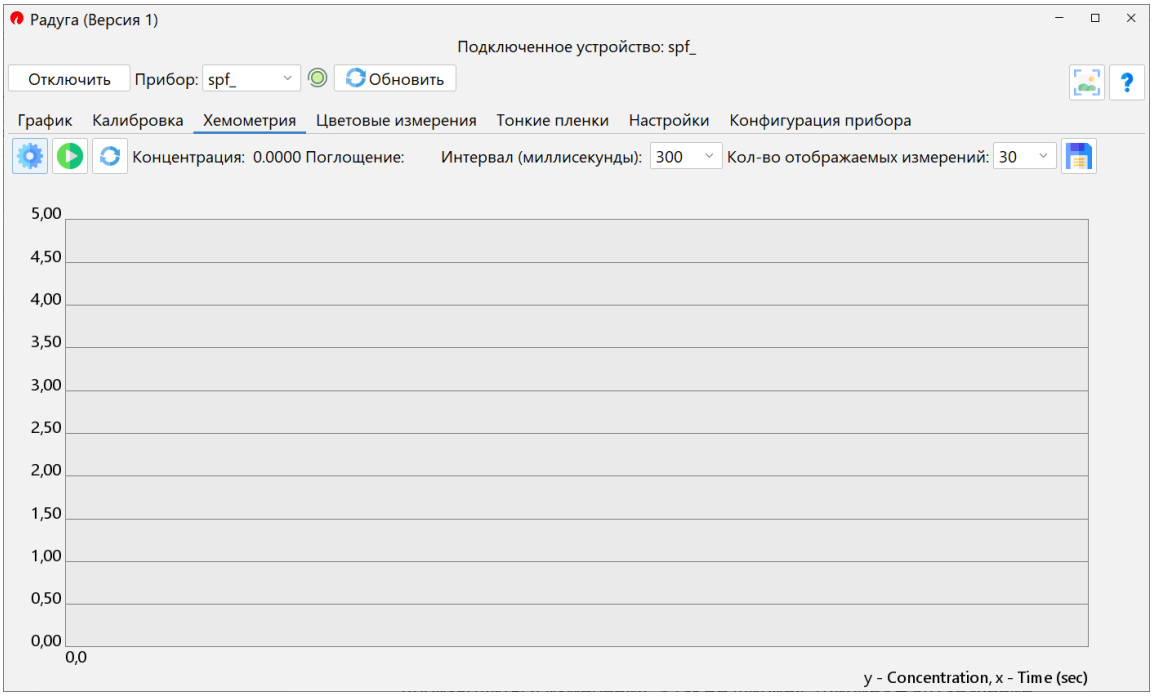


Рисунок 16 - Вкладка «Хемометрия»

3.6.2 Меню «Настройки»

Меню «Настройки» на вкладке «Хемометрия показано на рисунке 17.

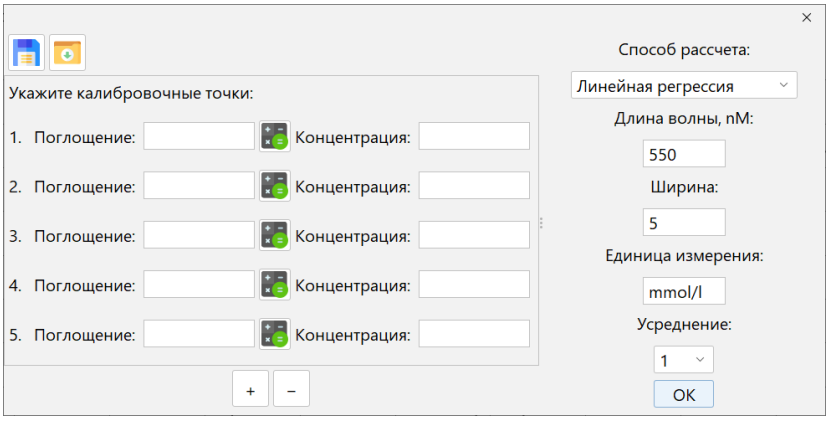


Рисунок 17 - Меню «Настройки» на вкладке «Хемометрия»

Кнопка «Настройки» открывает всплывающее окно. В нем необходимо задать следующие параметры:

а) калибровочные точки, то есть, значение поглощения и соответствующее ему значение концентрации. Чтобы рассчитать поглощение автоматически, нажмите на

кнопку с иконкой калькулятора справа от поля для ввода. Поглощение будет рассчитано согласно указанным длине волны, ширины и т.д.;

б) длина волны и ширина. Ширина - это значение, которое будет использоваться при подсчете поглощения. Программа объединит значения поглощения на длинах волны от «указанной длины волны минус ширины» до «указанной длины волны плюс ширины»;

в) усреднение. Результаты измерений будут усреднены в соответствии с указанным числом;

г) единица измерения. Введенная комбинация символов будет отображаться в графе «Единица измерения» при сохранении результатов.

Также вы можете выбрать один из двух способов расчетов - линейную или квадратичную регрессию.

3.6.3 Верхнее меню вкладки «Хемометрия»

Верхнее меню вкладки «Хемометрия» приведено на рисунке 18.

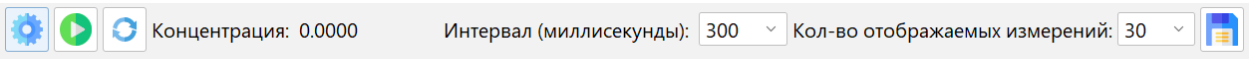


Рисунок 18 - Верхнее меню вкладки «Хемометрия»

В верхнем меню расположены кнопки «Настройки», «Старт» и «Рестарт».

Кнопка «Старт» начнет подсчеты концентрации. Полученное значение будет отображено на верхней панели вкладки, а также на графике.

Кнопка «Рестарт» очищает график и позволяет начать измерения заново.

Вы также можете настроить интервал проведения измерений и количество измерений, отображаемых на графике.

Результат проведения измерений показан на рисунке 19.

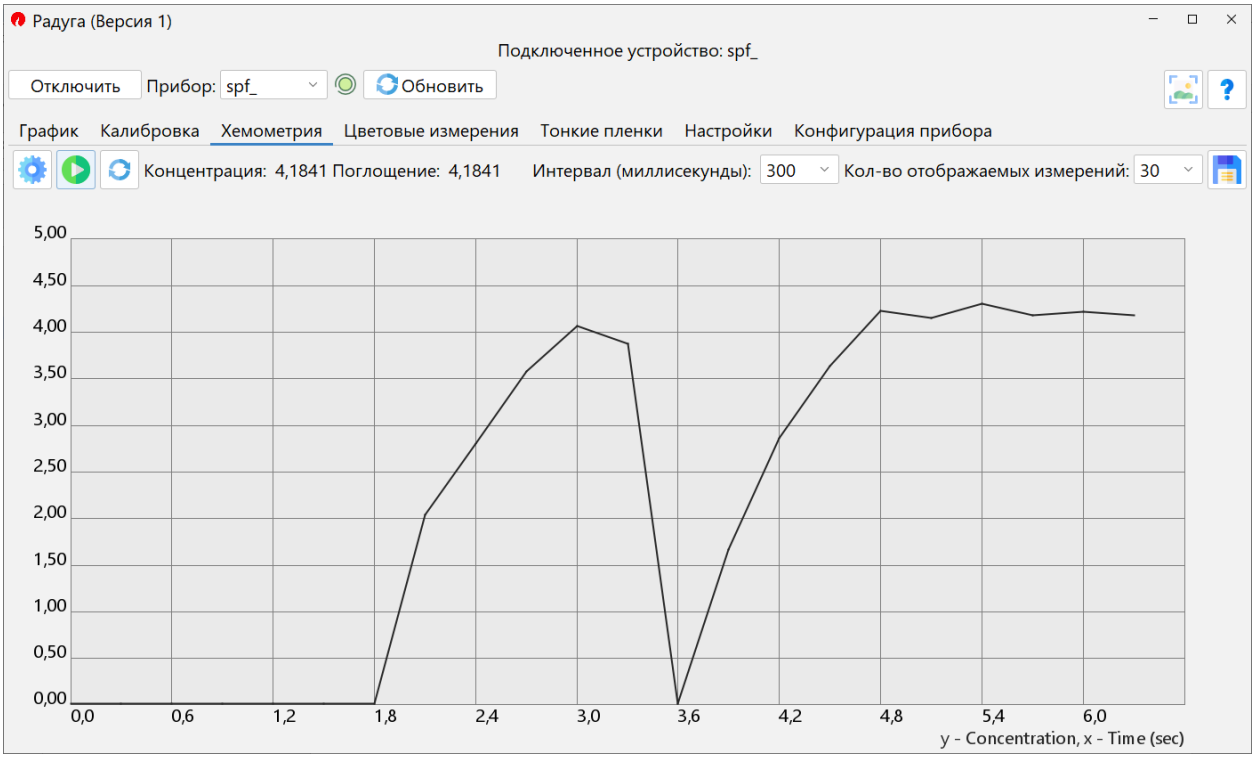


Рисунок 19 - Результат проведения измерений

Кнопка «Сохранить» позволяет сохранить полученные результаты в формате *.xls или *.xlsx.

3.7 Вкладка «Цветовые измерения»

Вкладка «Цветовые измерения» приведена на рисунке 20.

В левой части вкладки «Цветовые измерения» расположено изображение цветового пространства, на котором при проведении измерений будет отмечен текущий цвет излучения. Вы можете выбрать одно из трех пространств: CIE 1931, CIE 1964 и CIE Lab 1976.

Чтобы начать измерения, нажмите на кнопку «Одно измерение» или «В реальном времени». Выпадающий список в правой части верхней панели позволяет задать интервалы между измерениями.

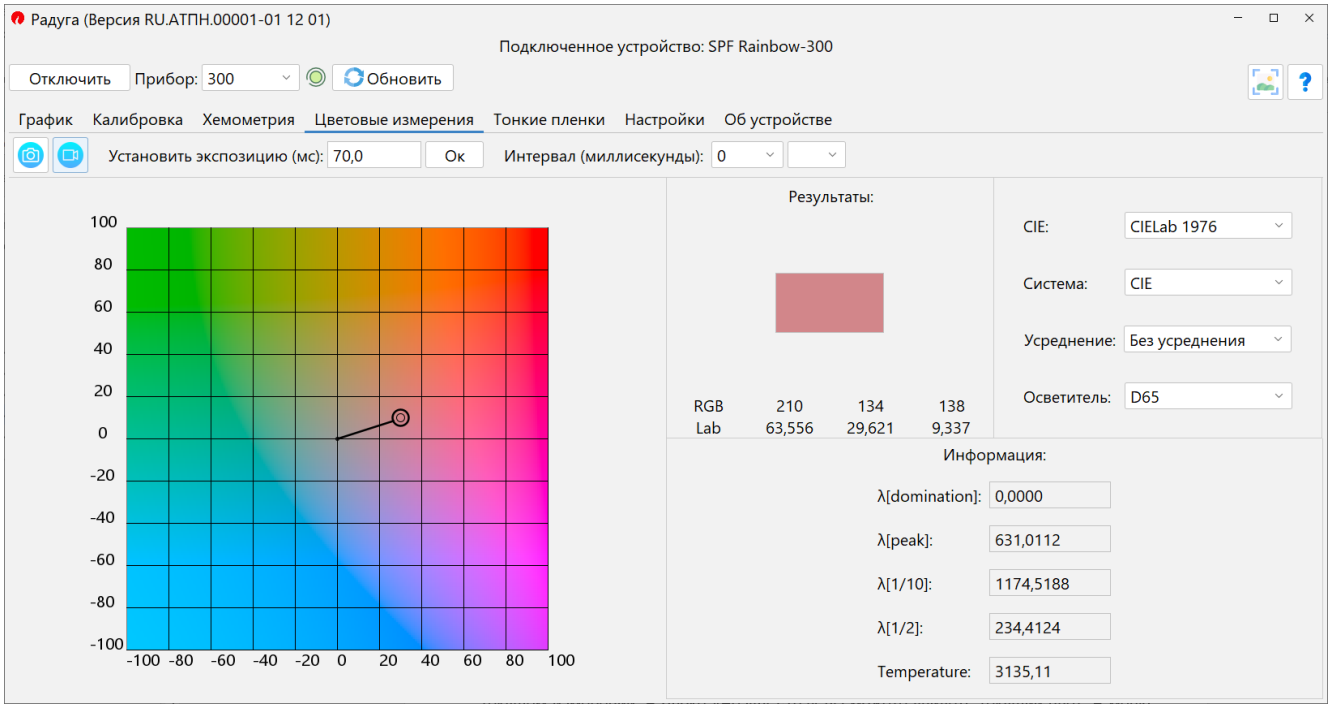


Рисунок 20 - Вкладка «Цветовые измерения»

В правой части располагаются три блока: результаты, настройки и информация о текущем измерении. В блоке «Результаты» вы можете увидеть текущий цвет. В меню настроек вы можете выбрать цветовое пространство (CIE 1931 или CIE 1964), систему (например, NTSC, SMPTE и т.д.), указать значение усреднения.

В этом случае будет производиться указанное число измерений и рассчитываться их усредненный результат. Также вы можете выбрать источник света, что повлияет на представление цветового пространства CIE Lab 1976. Блок «Информация» содержит результаты проведения расчетов температуры цвета, ширины на полувысоте и т.д.

В случае если амплитуда сигнала слишком мала или высока, вы увидите сообщение с предупреждением. Это означает, что результаты измерений могут быть неточными.

На рисунке 21 показано предупреждение о низкой амплитуде сигнала.

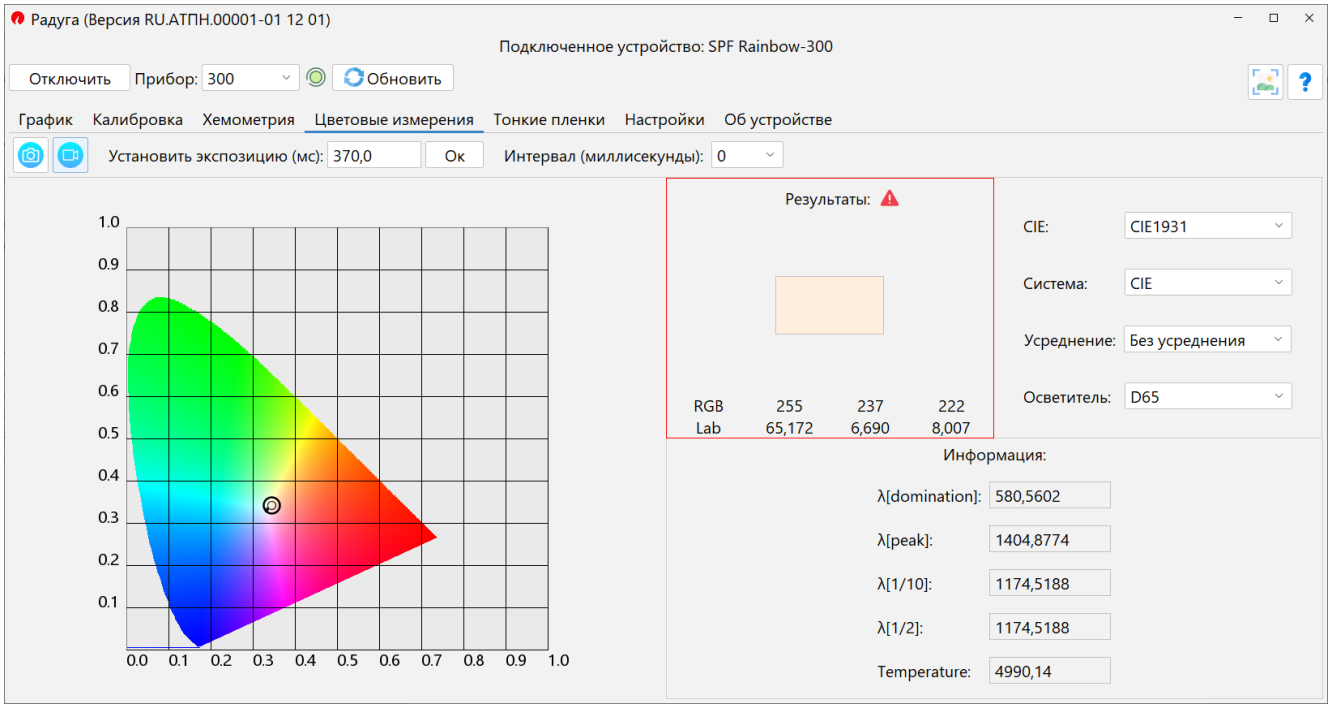


Рисунок 21 - Предупреждение о низкой амплитуде сигнала

3.8 Вкладка «Тонкие пленки»

3.8.1 Вкладка «Тонкие пленки» показана на рисунке 22.

3.8.2 Выбор материалов.

Для проведения измерений необходимо выбрать материалы пленки и подложки.

Во всплывающем окне нажмите кнопку «Открыть» и выберите один из доступных файлов с расширением *.tfm. После этого на графике будут отображены коэффициенты ***n*** и ***k***, в нижней части окна появятся название и описание материала. Определившись с выбором, нажмите на кнопку «Ок» в нижней части всплывающего окна.

Вы также можете задать показатель преломления ***n*** вручную. Для этого введите значение ***n*** в соответствующее поле (расположенное в правом верхнем углу), нажмите кнопку «Ок» справа от него и «Ок» в нижней части всплывающего окна.

Вкладка выбора материала пленки показана на рисунке 23.

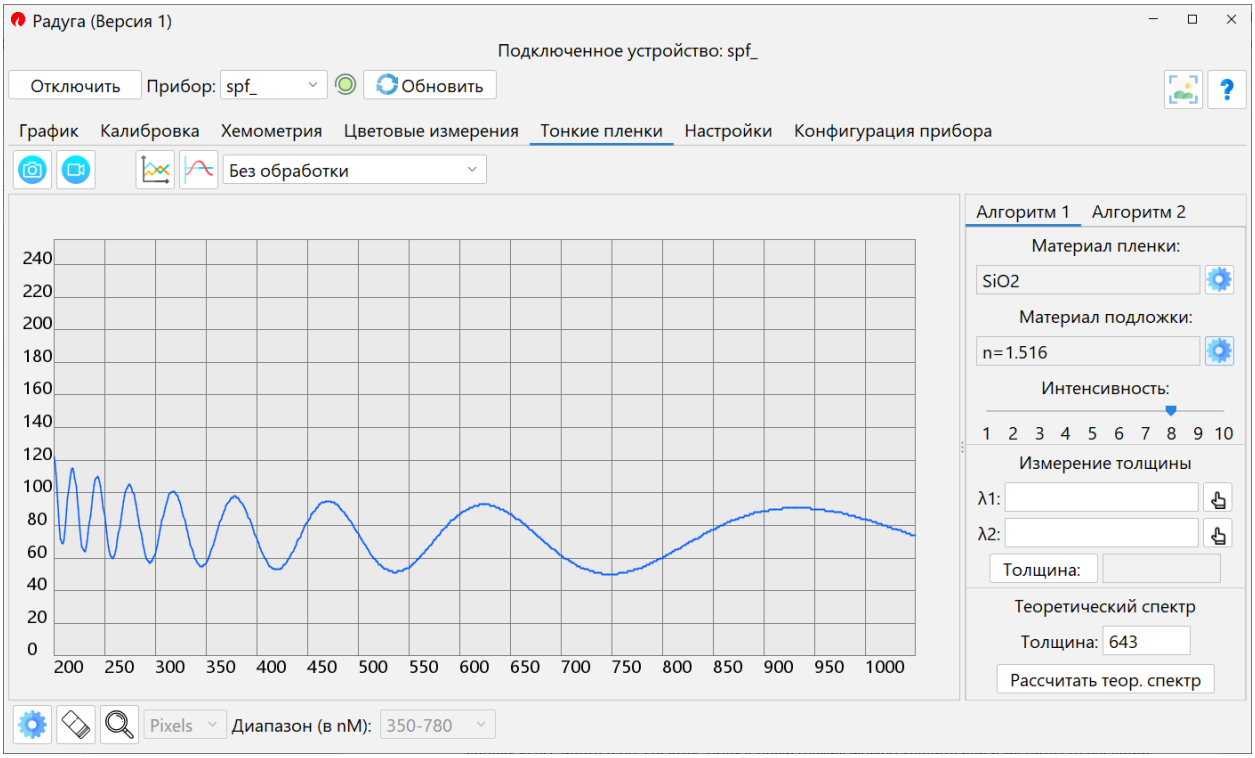


Рисунок 22 - Вкладка «Тонкие пленки»

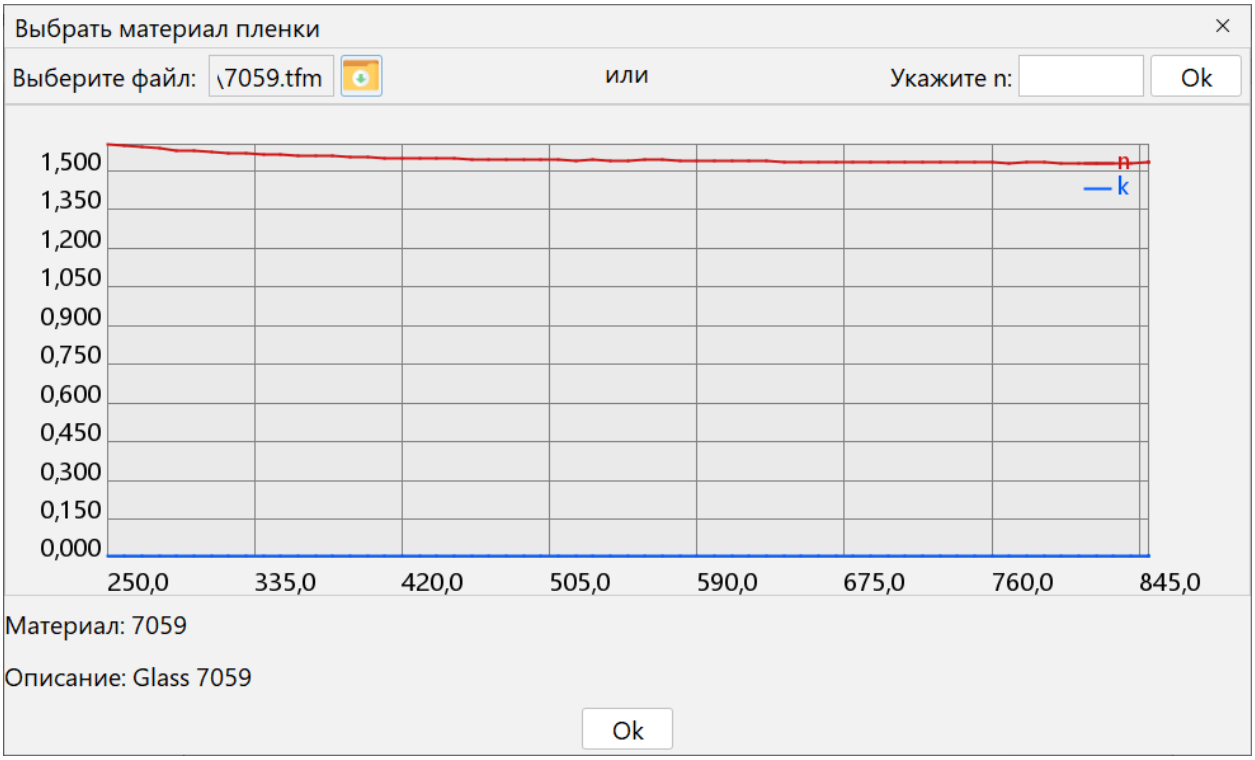


Рисунок 23 - Выбор материала

3.8.3 Теоретический спектр

Вы можете рассчитать теоретический спектр по материалам (или показателю преломления) и толщине пленки. Для этого укажите все необходимые данные и нажмите на кнопку «Рассчитать теор. спектр». Полученный график можно удалить или изменить его внешний вид во всплывающем окне «Графики», так же, как если бы это был обычный результат измерения.

3.8.4 Измерение толщины

При расчете толщины пленки используется следующая формула:

$$d = \frac{1}{2 \cdot \left(\frac{n(\lambda_1)}{\lambda_1} - \frac{n(\lambda_2)}{\lambda_2} \right)}$$

λ1 и λ2 - длины волн, на которых отмечаются пиковые значения измеренного спектра, n(λ1), n(λ2) - значения показателя преломления для этих длин волн. Теоретическое обоснование можно найти в статье «On the use of fast Fourier transform for optical layer thickness determination» (Michael Quinten, 2019).

Ссылка:
https://www.researchgate.net/publication/334242502_On_the_use_of_fast_Fourier_transform_for_optical_layer_thickness_determination

В правой части экрана расположено окно «Измерение толщины». В полях для ввода вы можете вручную указать длины волн соседних пиков. Или же вы можете нажать на кнопку справа от поля ввода и выбрать пик, кликнув по нему. Значение будет автоматически записано в поле.

Окно «Измерение толщины» приведено на рисунке 24.

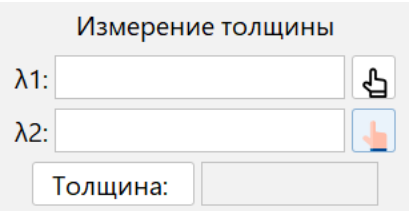


Рисунок 24 - Измерение толщины

Далее нажмите кнопку «Толщина», в поле справа от нее появится вычисленное значение толщины.

Окно результатов измерения толщины приведено на рисунке 25.

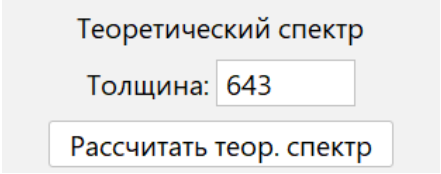


Рисунок 25 - Результаты измерения

3.9 Вкладка «Настройки»

3.9.1 На вкладке «Настройки» вы можете выбрать язык, цветовую тему, а также количество бит на пиксель в получаемом с устройства изображении.

Вкладка «Настройки» показана на рисунке 26.

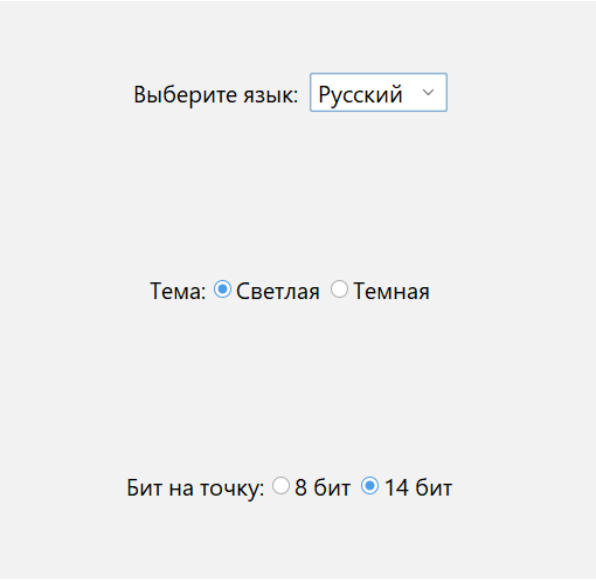


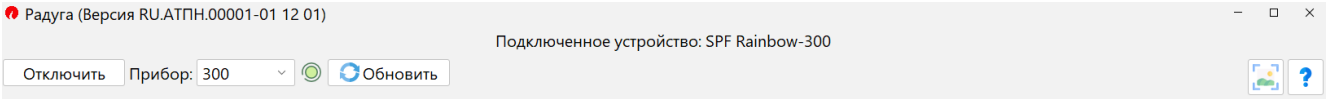
Рисунок 26 - Настройки приложения

3.9.2 Если вы хотите сменить цветовую тему, выберите желаемый вариант и перезапустите приложение.

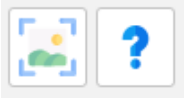
При смене количества бит на пиксель изменится точность отображения графика. Для получения изображения большей точности, используйте режим 14 бит на точку.

3.10 Вспомогательные функции

3.10.1 На рисунке 27 приведена верхняя панель главного окна.



а) Верхняя панель



б) Кнопки «Сохранить скриншот» и «Помощь»

Рисунок 27 - Верхняя панель и кнопки «Сохранить скриншот» и «Помощь»

В правой части верхней панели расположены кнопки «Скриншот» и «Помощь». После нажатия на первую кнопку будет открыто меню выбора файла для сохранения снимка окна приложения. Нажатие на вторую кнопку откроет файл с руководством пользователя.

3.10.2 Сохранение скриншота

После нажатия кнопки «Скриншот» будет открыто всплывающее окно, позволяющее предварительно посмотреть получившийся снимок.

Окно сохранения скриншота показано на рисунке 28.

Добавить на изображение дату и время можно, поставив галочку в соответствующих чек-боксах. Пояснение к скриншоту можно ввести в поле «Комментарий».

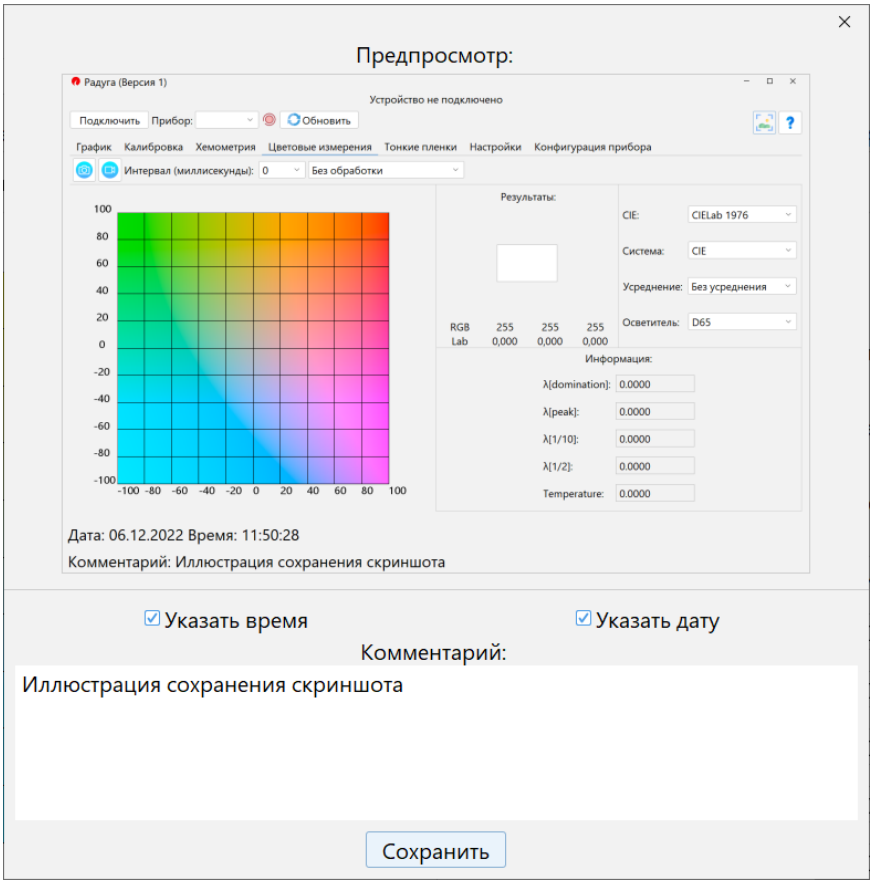


Рисунок 28 - Окно сохранения скриншота